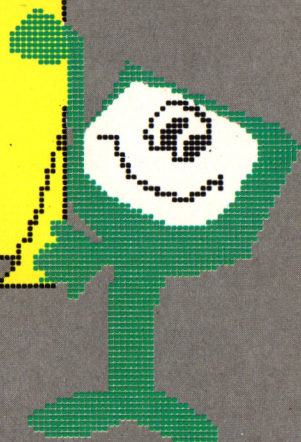
20 VIDEOLEZIONI DI BASIC
PER IMPARARE CON L'MSX

VIDEOBASIC MSX
Pubblicazione quattordicinale
edita dal Gruppo Editoriale Jackson
Direttore Responsabile:
Giampietro Zanga
Direttore e Coordinatore
Editoriale: Roberto Pancaldi
Autore: Softidea -
Via Indipendenza 88-90 - Como
Redazione software:
Michele Casertelli
Francesco Franceschini
Progetto grafico:
Studio Nuovidea - via Longhi, 16 - Milano
Impaginazione:
Moreno Confalone
Illustrazioni:
Cinzia Ferrari, Silvano Scolari
Fotografie:
Marcello Longhini
Distribuzione: SODIP
Via Zuretti, 12 - Milano
Fotocomposizione: Lineacomp S.r.l.
Via Rosellini, 12 - Milano
Stampa: Grafika '78
Via Trieste, 20 - Pioltello (MI)
Direzione e Redazione:
Via Rosellini, 12 - 20124 Milano
Tel. 02/6880951/5

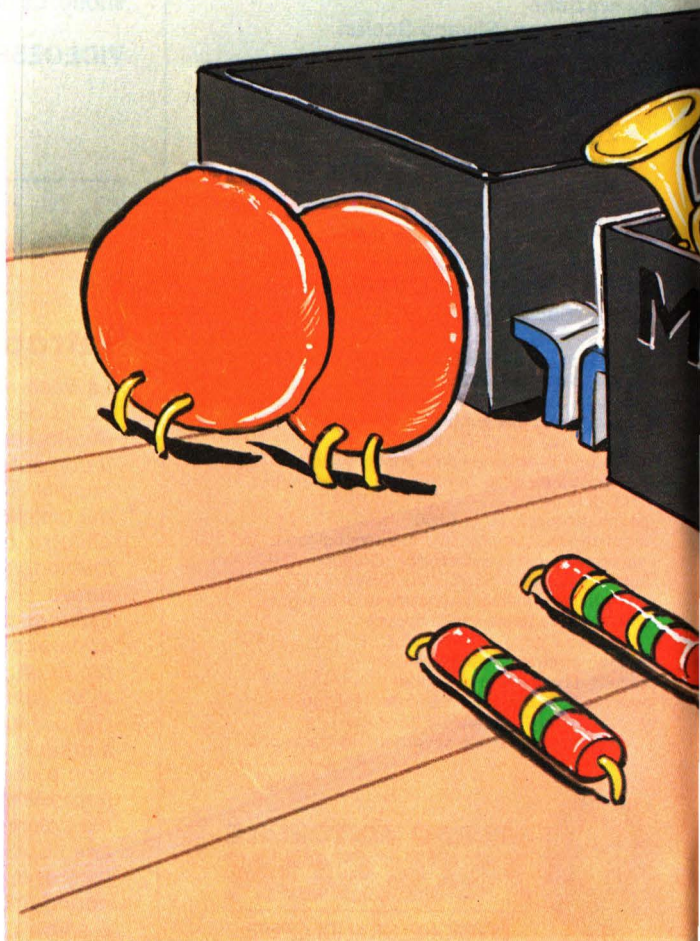
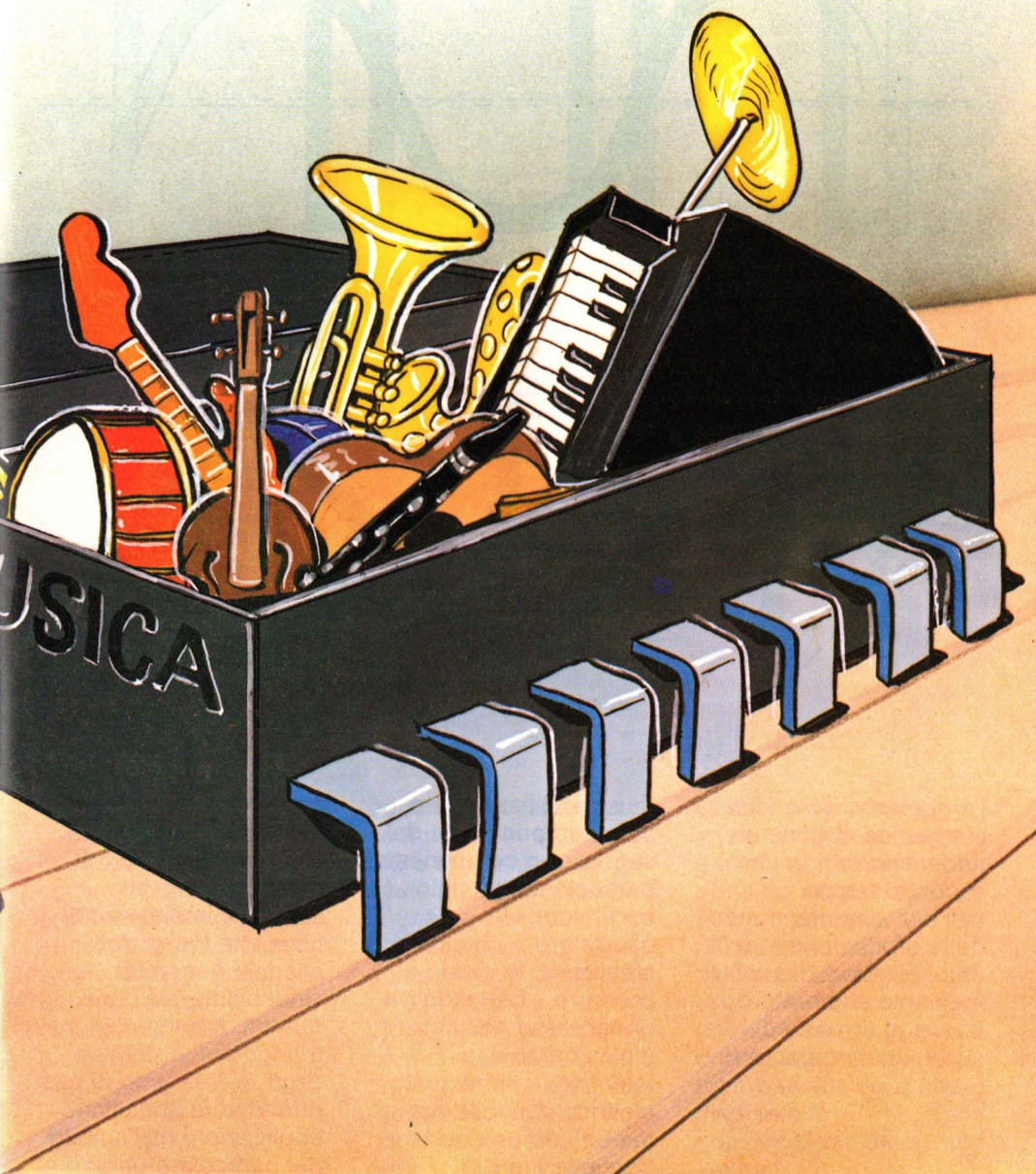
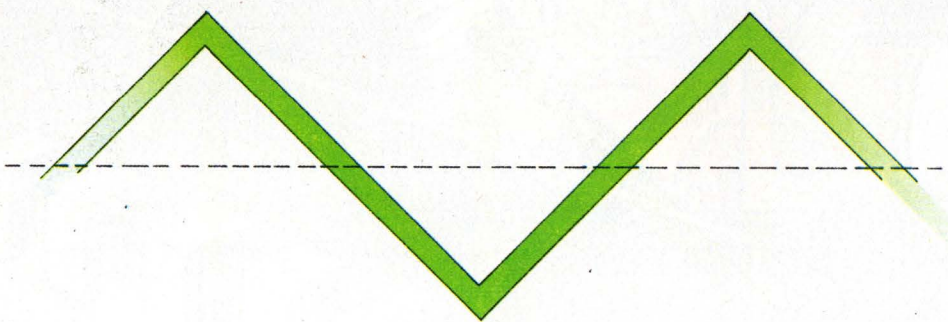
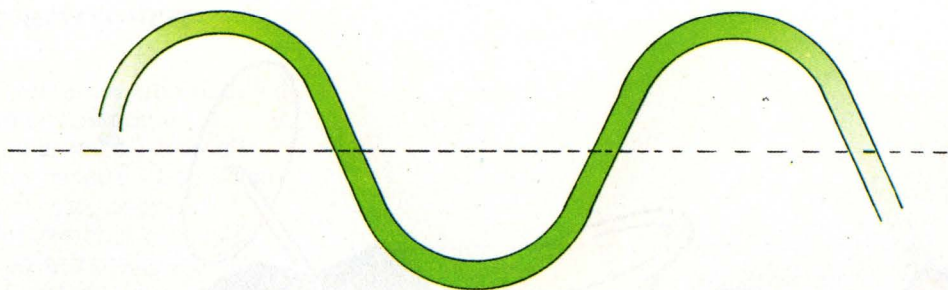
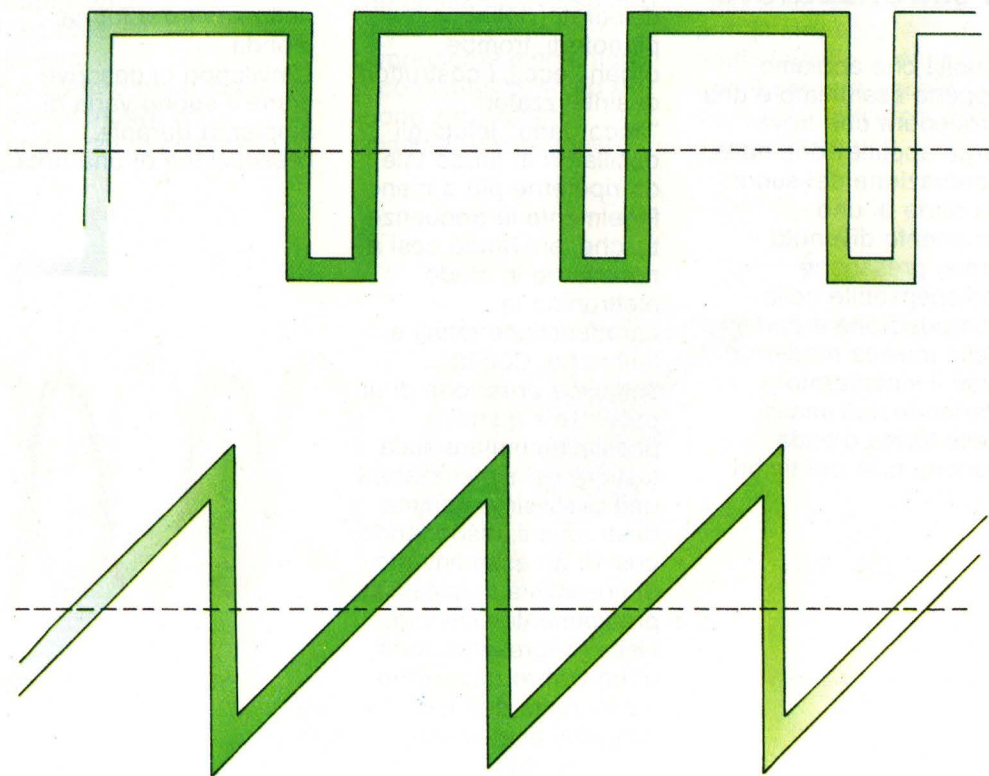
Autorizzazione alla pubblicazione Tribunale di Milano n° 422 del 22-9-1984
Spedizione in abbonamento postale Gruppo II/70 (autorizzazione della Direzione Provinciale delle PPTT di Milano).
Prezzo del fascicolo L. 8.000
Abbonamento comprensivo di 5 raccoglitori L. 165.000
I versamenti vanno indirizzati a: Gruppo Editoriale Jackson S.p.A. - Via Rosellini, 12 20124 Milano, mediante emissione di assegno bancario o cartolina vaglia oppure utilizzando il c.c.p. n° 11666203.
I numeri arretrati possono essere richiesti direttamente all'editore inviando L. 10.000 cdu. mediante assegno bancario o vaglia postale o francobolli.
Non vengono effettuate spedizioni contrassegno.

SOMMARIO

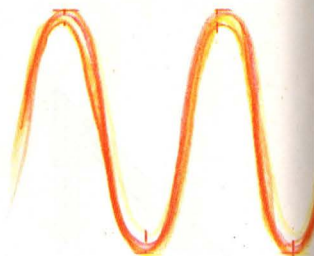
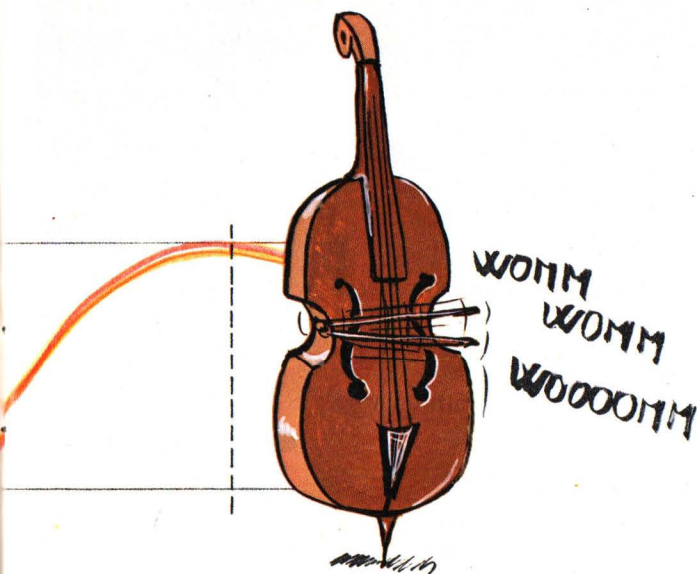
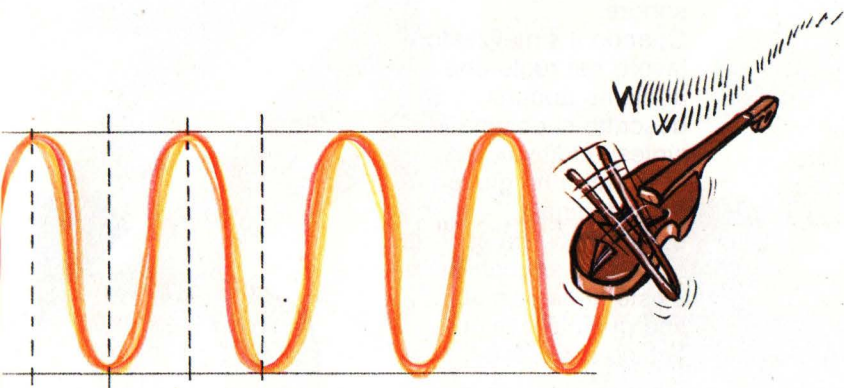
Introduzione

La frase ad effetto potrebbe essere: «Uno, dieci, cento strumenti musicali in uno solo: il computer!»
Il computer, più o meno sotto mentite spoglie, si è infatti aggiunto al novero dei classici strumenti musicali - quali chitarra, organo, clarino, ecc. - imitandone le sonorità o creandone di nuove.
Esistono a questo scopo sofisticate apparecchiature elettroniche degne più di un provetto programmatore che di un ispirato musicista.
Già col tuo computer, però, puoi suonare.
Non è che il tuo MSX sia improvvisamente diventato intonato, ma solamente che le caratteristiche che compongono un suono (intensità, timbro, durata, altezza) sono riconducibili in termini numerici.
E allora ...?! Buona suonata.

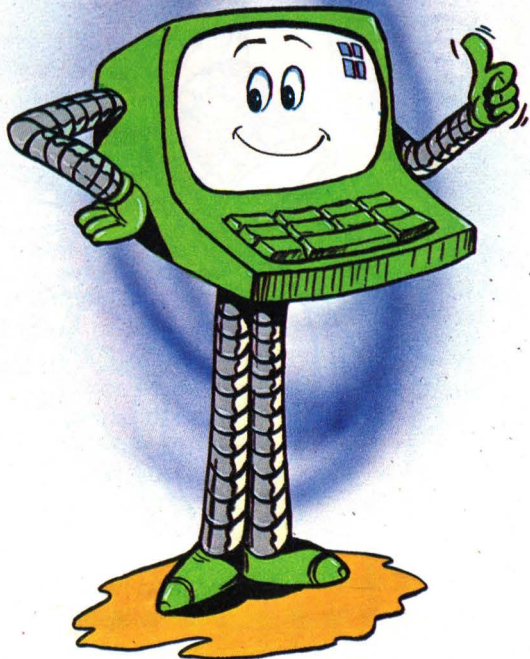
La musica elettronica

È ormai un fatto noto a chiunque come l'elettronica - sin dalla sua nascita - abbia fatto ingresso, dapprima timidamente e quindi con sempre maggiore prepotenza, anche nel settore musicale, arrivando ormai ai nostri giorni, a proporre con ritmo quasi quotidiano nuovi strumenti e dispositivi adatti a generare od imitare suoni sempre più complessi ed elaborati. Le possibilità musicali si sono estese in questi ultimi anni anche ai micro e personal computer: affronteremo quindi in questa lezione

HARDWARE

l'argomento della musica elettronica in generale, addentrandoci in un secondo tempo nell'affascinante mondo della produzione e della composizione di suoni mediante elaboratore. La maggior parte dei sistemi elettronici usati per la produzione di musica utilizza come sorgente principale del segnale un componente particolare chiamato oscillatore. Un oscillatore è un circuito elettronico in grado di produrre - partendo da un ingresso costante (tipicamente una tensione) - un segnale elettrico variabile nel tempo con una certa frequenza (ossia ripetendolo diverse volte per ogni secondo). Esistono oscillatori di numerosissimi tipi, solitamente classificati in base alla forma del segnale generato: sinusoidale, ad onda quadra, ad onda triangolare, a dente di sega..... Ciascuno di essi può trovare specifiche applicazioni nell'ambito del particolare utilizzo al

quale è destinato, oppure essere adoperato in successione o in contemporanea ad altri oscillatori. Per chiarire questo aspetto facciamo subito un esempio tipico. Esistono alcuni teoremi matematici che dimostrano come qualsiasi tipo di segnale periodico possa essere scomposto in una serie più o meno lunga (al limite anche infinita) di segnali elementari; di conseguenza, quindi, componendo gli uni con gli altri segnali elementari è possibile generare forme d'onda più o meno complicate. Ricorrendo all'uso contemporaneo di uno o più oscillatori è allora possibile riprodurre in modo "artificiale" segnali elettrici di qualsiasi tipo, durata o frequenza. Basterà pertanto conoscere tutti i parametri caratteristici di una certa onda e potremo essere in grado di ricrearla in modo relativamente semplice mediante la composizione dei diversi segnali.

Il sintetizzatore

Quella che abbiamo appena esaminato è una procedura che trova larga applicazione nella generazione dei suoni da parte di uno strumento divenuto ormai pressoché indispensabile nella composizione e partitura della musica moderna, cioè il sintetizzatore. Partendo dall'analisi delle forme d'onda sonore, cioè dei timbri degli strumenti più disparati (violini, pianoforti, trombe, organi, ecc.), i costruttori di sintetizzatori "accordano" infatti gli oscillatori in modo tale da ripeterne più o meno fedelmente le frequenze tipiche, arrivando così a riprodurne in modo elettronico le caratteristiche tonali e timbriche. Con la semplice pressione di un pulsante è quindi possibile emulare sulla tastiera del sintetizzatore una vastissima gamma di strumenti, disponendo così di un assortimento di possibilità musicali praticamente illimitato.
Nella rappresentazione di un timbro occorrono solitamente due famiglie differenti di elementi, raggruppabili nel cosiddetto inviluppo e nello spettro o forma d'onda.
L'inviluppo ci descrive come il suono varia di ampiezza durante l'esecuzione di una nota,

mentre lo spettro ci dà informazioni sulla complessità del suono stesso.
Lo spettro di un suono indica inoltre le ampiezze di ciascun componente elementare che costituisce lo spettro stesso, dove per componente elementare si considera di solito un suono sinusoidale, chiamato anche puro.
I guai saltano fuori dal fatto che normalmente per gli strumenti tradizionali lo spettro non è sempre uguale, ma varia nel tempo, per cui per dare una

rappresentazione completa si dovrebbe indicare per ciascuna componente elementare il relativo inviluppo. Questo risulta nella maggior parte dei casi praticamente impossibile, per l'enorme quantità di informazioni necessarie. Per dare una rappresentazione sintetica dello spettro viene usata di solito la forma d'onda che corrisponde alla somma punto per punto delle varie componenti sonore.
Quando il sintetizzatore lavora nel ruolo che abbiamo appena descritto si chiama «a sintesi additiva», dal momento che giunge al segnale finale eseguendo una serie di somme di segnali-base.
Esiste anche un altro tipo di sintetizzatore, basato sul procedimento esattamente opposto, cioè sulla «sintesi sottrattiva». Nella sintesi sottrattiva il segnale di partenza è di forma molto complessa, e viene ridotto alla forma d'onda desiderata facendolo passare attraverso una serie di circuiti elettronici chiamati filtri.
Un filtro è un dispositivo in grado di arrestare una certa componente d'onda, lasciandone passare tutta la parte restante. Esistono filtri "passa-basso" (che fanno passare soltanto la parte di un'onda a frequenza più bassa), filtri "passa-alto" (che fanno invece passare soltanto le frequenze più alte) e filtri "passa-banda" (che fanno passare tutte le componenti aventi frequenza compresa entro due limiti ben determinati).

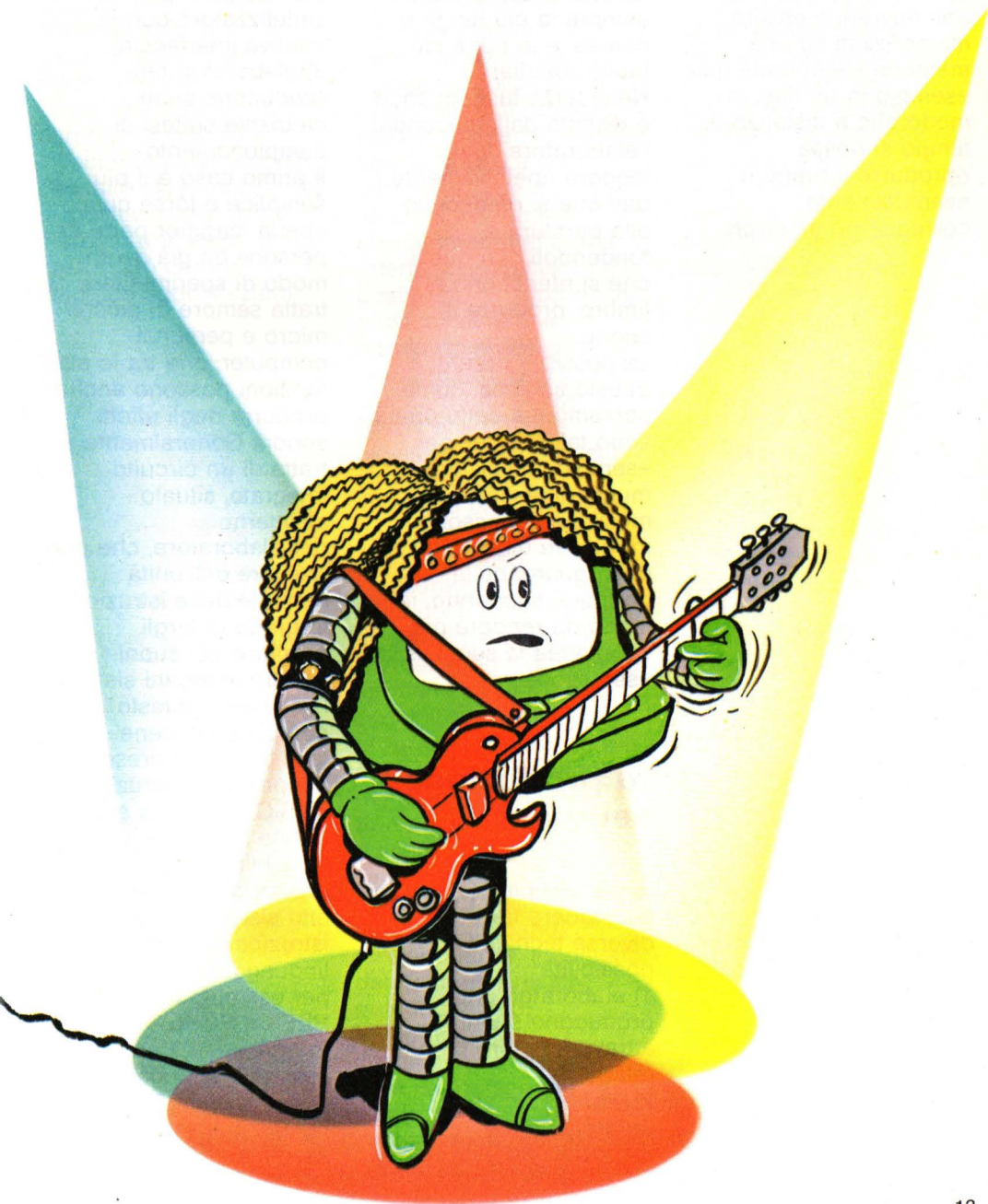
La sintesi sottrattiva risulta tecnicamente meno difficoltosa da realizzare rispetto alla sintesi additiva, e richiede un'attrezzatura di solito meno costosa. Tuttavia questo metodo è abbastanza limitato dal numero delle forme d'onda che possono essere create

direttamente. Potrebbe sembrare che, generando un segnale iniziale contenente un numero infinito di frequenze (questo tipo di segnale si chiama "rumore bianco" e puoi per esempio sentirlo quando, sintonizzando la tua radio o il tuo televisore su una certa emittente, attraversi una zona dove non esistono segnali emessi da nessuna stazione trasmittente), sarebbe possibile risolvere il problema.
Sfortunatamente, però, occorrerebbero infiniti filtri per arrivare al segnale desiderato: la cosa è quindi irrealizzabile.
La sintesi additiva risulta quindi più versatile, mentre quella sottrattiva più semplice ed economica. Come compromesso molti sintetizzatori le offrono entrambe, generando spesso nuove ed ulteriori forme d'onda combinando segnali ottenuti con sintesi additiva e segnali prodotti mediante sintesi sottrattiva.

La generazione del suono

Una volta introdotti gli elementi fondamentali per la generazione del segnale che si vuole riprodurre occorre anche rendere questo segnale compatibile con i dispositivi adibiti alla riproduzione del segnale stesso (cioè gli altoparlanti).
Vediamo quindi - esaminando i vari elementi uno per uno - come deve essere composta la catena necessaria per ottenere alla fine un segnale avvertibile alle nostre orecchie.
Innanzi tutto il sintetizzatore deve poter generare la forma d'onda che noi desideriamo ascoltare, apportando eventualmente le modifiche o i miglioramenti che debbono essere introdotti per ottenere particolari effetti sonori (per esempio: eco, riverbero, effetto-chiesa, ecc.). Tale forma d'onda - generata come visto prima da un certo numero di oscillatori - è però costituita da un segnale di potenza molto limitata, assolutamente insufficiente per poter essere inviato direttamente agli altoparlanti. Tra gli oscillatori ed i diffusori acustici va quindi inserito un amplificatore, cioè un dispositivo capace di "rinforzare" il segnale, mantenendone intatte tutte le caratteristiche di partenza.
Una volta fatta questa operazione l'altoparlante (o gli altoparlanti) può diffondere acusticamente la forma d'onda del segnale elettrico di partenza, riprodotta stavolta per via sonora.
Ciò che un altoparlante esegue è infatti una semplice trasformazione di segnali, da elettrici ad acustici, senza inserire o togliere alcuna informazione a ciò che gli viene fornito in ingresso.
Tecnicamente la parte più importante dell'intero sistema è costituita - come ovvio - dal sintetizzatore; tutto il resto svolge, in un certo senso, funzioni secondarie (per quanto altrettanto importanti agli effetti della generazione del suono).

Il suono e i computer

Adesso che abbiamo bene in mente gli oggetti su cui possiamo operare, vediamo quali sono i modi più comuni per ottenere qualcosa di suonabile attraverso un computer.

Innanzitutto il computer deve disporre di un sintetizzatore al proprio interno o, quanto meno, di una interfaccia che lo colleghi con un sintetizzatore esterno. Occorre avere in secondo luogo la possibilità di poter comandare questo sintetizzatore: deve cioè esistere un modo - sia hardware che software - mediante il quale comunicare con il sintetizzatore.
Trascuriamo per un momento questo aspetto, proponendoci di riprenderlo più avanti.
Normalmente in quasi tutti i sistemi musicali basati su elaboratore si possono identificare tre fasi differenti nelle operazioni svolte: definizione dei timbri o strumenti, organizzazione delle successioni di suoni da produrre ed infine esecuzione del brano.
Talvolta nei sistemi dotati di una tastiera interfacciata all'elaboratore la seconda e la terza fase possono coincidere.
Nella prima fase viene creato il tipo di suono che dovrà essere usato in seguito: questo avviene facendo immagazzinare in una opportuna area di memoria del computer tutti quei valori che si riferiscono all'inviluppo e alla forma d'onda. In questo modo, durante l'esecuzione, quando l'elaboratore trova l'indicazione di un determinato timbro deve andare a leggere in quell'area di memoria tutti i dati riguardanti il timbro in questione, per poi riprodurre il suono.
Nella seconda fase si deve far leggere all'elaboratore la sequenza di note da produrre, in pratica una specie di partitura, predisposta in modo tale che i vari suoni siano organizzati secondo tempi di azione crescenti (il tempo di azione indica dopo quanto tempo dall'inizio del brano deve entrare un certo suono).

HARDWARE

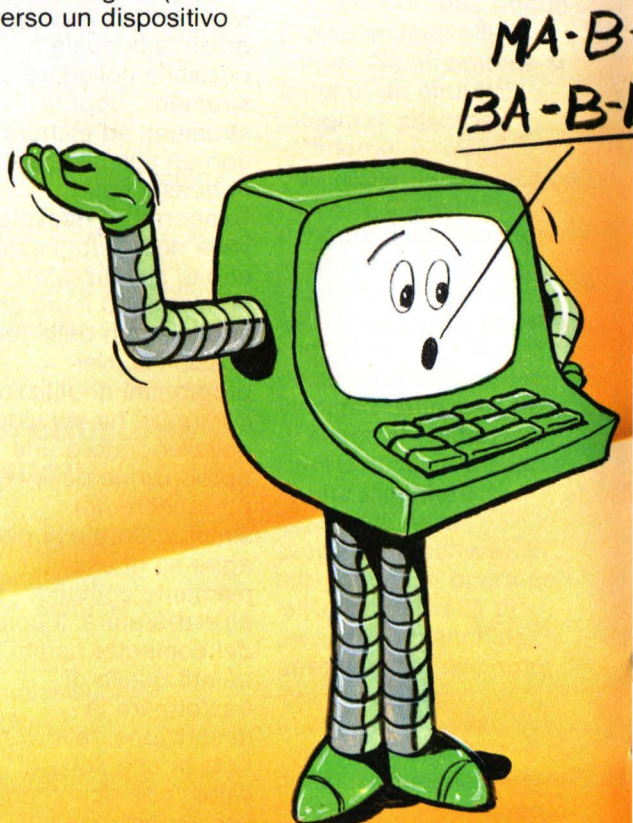
Ovviamente, tutti questi dati dovranno essere memorizzati su una memoria secondaria (per esempio in un file), in modo che a distanza di tempo si possa riprodurre il brano o eventualmente correggerne gli errori.

Questa seconda fase è sempre la più lunga e noiosa, e in cui è più facile sbagliare.
Nella terza fase, quando è distinta dalla seconda, l'elaboratore deve leggere ripetitivamente i dati che si riferiscono alla partitura e, fondendoli con quelli che si riferiscono al timbro, produrre il suono.
Le possibili varianti a questo schema, come abbiamo già detto prima, sono tali per cui, per esempio, nei sistemi muniti di tastiera musicale si possono introdurre direttamente i dati riguardanti la partitura, suonando, in modo da rendere più spontanea la successiva esecuzione.

La produzione dei suoni

Si deve subito distinguere fra tre diverse tecniche e possibilità:
1) elaboratori che producono suoni attraverso i loro circuiti interni;
2) elaboratori che controllano dei dispositivi ad essi esterni (ad esempio un sintetizzatore con la relativa interfaccia);
3) elaboratori che producono suoni mediante sintesi di campionamento.
Il primo caso è il più semplice e forse quello che la maggior parte di persone ha già avuto modo di sperimentare. Si tratta sempre di piccoli micro e personal computer, che tra le altre funzioni possono anche produrre degli effetti sonori. Generalmente si tratta di un circuito integrato, situato all'interno dell'elaboratore, che può ricevere dall'unità centrale delle istruzioni in grado di fargli produrre dei suoni.
Mentre in alcuni sistemi l'accesso a questo componente viene facilitato dalla presenza di specifiche istruzioni BASIC (tuttavia a scapito di una maggiore flessibilità nella produzione sonora), in altri sistemi si opera con istruzioni a livello di linguaggio macchina, per esempio mediante PEEK e POKE.
In ogni caso, data l'estrema economicità di questi sistemi, le prestazioni - per quanto assolutamente

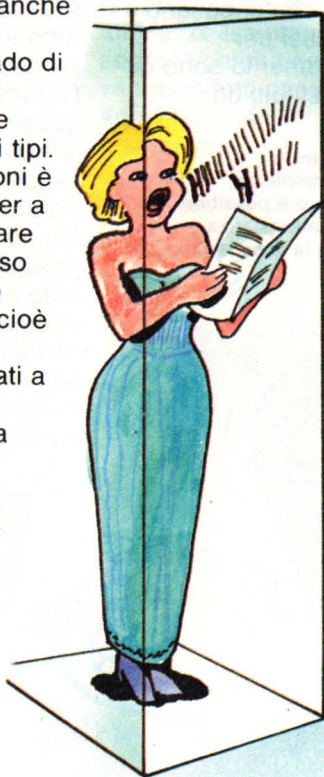
stupefacenti - sono abbastanza scarse, a causa del limitato numero di voci disponibili e della carenza di timbri.
Il secondo caso è quello che, allo stato attuale dei dispositivi presenti sul mercato e in base al loro costo, può dare le maggiori soddisfazioni.
La situazione più comune è quella di avere un personal computer collegato a uno o più sintetizzatori mediante una interfaccia tipo la MIDI. La MIDI (abbreviazione di Musical Instrument Digital Interface) è una interfaccia digitale che i costruttori di apparecchi musicali elettronici hanno recentemente concordato essere uno standard universale, e grazie alla quale è possibile collegare, più strumenti, oppure strumenti ed elaboratori con un semplice cavo.
In questo caso l'elaboratore riceve ed invia delle informazioni al o ai sintetizzatori, permettendo il più ampio sfruttamento delle loro possibilità. Nei programmi di utilizzo più comuni si ha sul video dell'elaboratore una riproduzione delle pulsantiere del sintetizzatore e si può agire su di esse mediante comandi all'elaboratore. Il compito del computer risulta quindi quello di trasformare la descrizione delle varie note in una serie di valori, che dovranno poi essere indirizzati ai circuiti interni del sintetizzatore. Le possibilità di questo sistema dipendono sia dalla qualità del dispositivo esterno collegato all'elaboratore sia del tipo di programma impiegato; in pratica si può ritenere che, se migliori sono i dispositivi collegati all'elaboratore, tanto migliori saranno i risultati.
Per ultimo esaminiamo il caso degli elaboratori che operano con la sintesi per campionamento. Questi elaboratori producono direttamente il segnale sonoro senza bisogno di oscillatori esterni od interni.
Prova a pensare a una forma d'onda scomposta in tanti piccoli intervallini: se noi consideriamo l'ampiezza di questi intervallini come una rappresentazione approssimata della nostra onda, considerandoli in successione ordinata, abbiamo realizzato un campionamento della forma d'onda. Vediamo quindi come avviene il processo di campionamento segnale: a int- tempo cos- viene m-

ampiezza e queste misure vengono memorizzate a parte. In base anche a un ragionamento intuitivo, tanto più piccoli sono gli intervalli di tempo in cui il segnale viene misurato, tanto maggiore sarà la fedeltà di riproduzione.
In un secondo tempo i numeri che rappresentano le ampiezze istantanee del segnale campionato vengono fatti passare attraverso un convertitore digitale/analogico (cioè attraverso un dispositivo che trasforma i segnali digitali in grandezze variabili con continuità, cioè analogiche), che in uscita ricostruisce il segnale originale.
Nella generazione di suoni complessi

mediante campionamento l'elaboratore costruisce allora i nuovi valori, sommando campione per campione i valori di diversi segnali elementari. Il risultato è un'onda complessa, formata dalla somma di tutte le componenti elementari usate.
I sistemi che si basano sulla sintesi per campionamento sono di solito costituiti da elaboratori molto grossi e potenti, perché la quantità di calcoli che occorrono solo per produrre un minuto di musica è molto grande. Con questa tecnica di sintesi musicale si può praticamente ottenere tutto (o quasi), ma, a parte il loro costo (veramente elevato!), questi sistemi hanno il difetto di non poter essere usati per produrre musica in tempo reale (cioè non possono eseguire le note nel momento stesso in cui effettuano i conti), come invece possono benissimo fare i sintetizzatori comandati da elaboratore.

Programmando opportunamente un sintetizzatore è possibile riprodurre abbastanza fedelmente la voce umana.

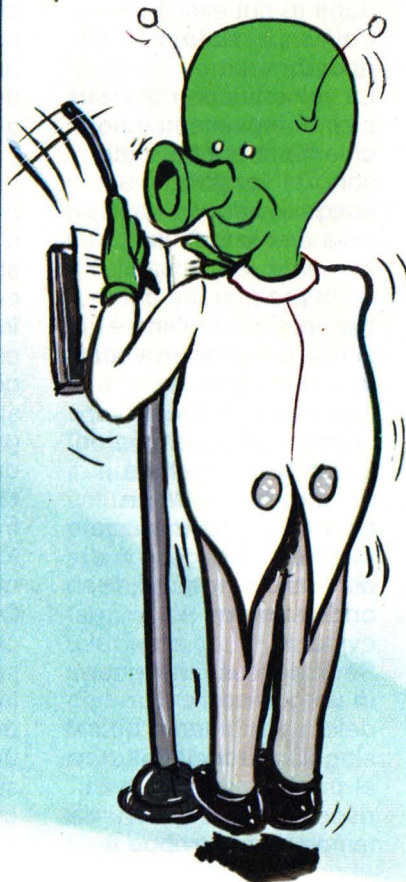
Il suono e l'MSX

Come già detto prima, molti micro e personal computer dispongono di capacità e possibilità sonore. Tra questi anche il tuo MSX.
Esso è infatti in grado di produrre suoni e di generare musiche e rumori di moltissimi tipi.
L'emissione dei suoni è affidata nel computer a un circuito particolare (chiamato PSG). Esso dispone di un certo numero di registri (cioè di locazioni) che possono essere usati a piacimento per impostare la musica desiderata.

Il PSG è studiato in modo da poter provocare anche contemporaneamente il suono di 3 voci diverse l'una dall'altra (in pratica è come avere in mano 3 distinti strumenti).
Ciascuna voce fa riferimento a determinati registri del PSG, mediante i quali è quindi

possibile assegnare le singole caratteristiche sonore. Il metodo scelto dai progettisti dell'MSX è estremamente comodo, versatile e potente: esso permette infatti - grazie alla gestione del suono da parte di un circuito integrato dedicato - di generare le musiche indipendentemente dal lavoro che in un certo momento sta svolgendo la CPU, lasciando a disposizione della stessa un tempo maggiore (e quindi una maggiore velocità) per svolgere altri compiti.

Vedremo più avanti le tecniche da impiegare per riuscire a produrre i suoni con il PSG: per il momento è soltanto necessario che tu controlli, se utilizzi un monitor, che esso disponga di un altoparlante incorporato.

Non disponendo al proprio interno di alcun altoparlante, il tuo MSX invia infatti i segnali sonori (insieme ai segnali audio) al cavo che lo connette al monitor.

Mentre per il televisore non esistono problemi (quale apparecchio non dispone di volume?), parecchi monitor non prevedono uscite sonore. In questo caso l'unica soluzione per riuscire a sentire qualcosa è connettersi temporaneamente al televisore.

Cos'è il suono

Il suono - lo sappiamo benissimo - è un particolare fenomeno fisico al quale uno dei nostri sensi (l'udito) è sensibile. Esso si propaga nell'aria mediante lo spostamento ondulatorio delle varie molecole gassose che costituiscono l'atmosfera, cioè attraverso una serie di movimenti in avanti e indietro delle diverse particelle rispetto ai punti in cui esse si trovano in stato di riposo.
La velocità con cui i vari cicli di movimenti (che si chiamano anche onde sonore) vengono eseguiti dipende dalla nota emessa dalla sorgente responsabile della produzione del suono. Quest'ultima è simile a quella provocata in uno stagno lasciandovi cadere un oggetto, per esempio un sasso: se l'oggetto è piccolo, le onde non saranno molto marcate, mentre se l'oggetto è di dimensioni notevoli, le onde saranno più evidenti.
Se si dovesse disegnare in un grafico l'entità dello spostamento di una singola particella attorno al punto in cui si trova rispetto al trascorrere del tempo, si otterrebbe il disegno dell'onda sonora; tale onda ha in genere la forma di una sinusoide e la sua caratteristica principale è il tempo che impiega a svilupparsi completamente, in modo da ripetersi identica per un secondo ciclo.
Questo tempo è definito periodo dell'onda e si misura in secondi o frazioni di secondi. Se si misura invece l'inverso, cioè il numero di cicli che l'onda esegue nel tempo di un secondo, si definisce un'altra quantità molto famosa: la frequenza (che si misura in cicli al secondo, o hertz).
Il suono emesso da uno strumento è sempre caratterizzato da una frequenza fondamentale, che è quella corrispondente alla nota suonata, ma che è in genere accompagnata da altre onde sonore, che hanno una frequenza multipla intera (doppia, tripla, ecc.) di quella fondamentale.
Queste onde si chiamano armoniche superiori e sono importanti perché la loro presenza (in quantità) dà una caratteristica al suono (detto timbro) che contraddistingue tra loro gli strumenti musicali. Il

risultato finale dell'onda assieme alle sue armoniche è una forma non sinusoidale, ottenuta sommando le varie onde.
Oltre al timbro, esistono altri tre elementi indispensabili per caratterizzare un'onda sonora: la durata, l'altezza e l'intensità.
La durata è la caratteristica del suono che calcola lo spazio di tempo in cui un suono è percepito. La durata specifica quindi quanto a lungo la sorgente sonora pone in vibrazione le particelle che trasmettono l'onda (composta da molecole d'aria nel caso dell'atmosfera e da molecole d'acqua per uno stagno). L'unità di misura della durata è un tempo, per esempio secondi.
L'altezza specifica invece quanto un suono è grave o acuto. Essa viene misurata in hertz: quanto più elevata è la frequenza, tanto più un suono è acuto. Il nostro orecchio potrebbe teoricamente avvertire suoni compresi tra i 20 ed i 20000 hertz: col passare degli anni (ed anche a causa del continuo inquinamento acustico cui siamo quotidianamente sottoposti) perdiamo tuttavia molte delle nostre facoltà nei confronti delle frequenze estreme, specie le più alte. Comunque, per il nostro discorso (visto che i computer e gli altoparlanti ad essi collegati non permettono prestazioni musicali troppo esasperate) la cosa non ha troppa importanza.
Il terzo elemento, l'intensità, è indubbiamente il più facile da comprendere. In effetti abbiamo quotidianamente a che fare con apparecchi come televisore, registratore, radio, ecc., sui quali si può regolare il volume. Alzando o ruotando la manopola del televisore possiamo variare l'intensità complessiva, cioè il volume dell'apparecchio. Diciamo "complessiva", in quanto abbassando il volume si abbassano proporzionalmente tutti i suoni ed i rumori diffusi dall'apparecchio. In altri termini, se immagini il televisore come uno strumento e tutti i suoni come un unico suono, il tasto "volume" agisce solo sull'elemento "intensità", lasciando invariati tutti gli altri.
L'unità di misura della intensità sonora è il decibel. Normalmente la soglia minima per riuscire ad avvertire un suono si aggira sui 20 decibel, mentre il livello oltre il quale si ha la cosiddetta "soglia del dolore" (i suoni troppo forti possono addirittura provocare danni irreversibili all'udito) è di circa 120-130 decibel.

Suonare musica (PLAY)

L'istruzione PLAY viene usata per generare suoni, ed eventualmente musica. Questo viene ottenuto mediante opportune macroistruzioni.

PLAY "macro istruzione musicale"

Le macroistruzioni musicali sono stringhe di caratteri così composte:

Note
A, B, ...G indicano la nota musicale

On indica l'ennesima ottava musicale

Nn indica la nota n-esima (numerazione assoluta)

Durata del suono (nota)
Ln indica la lunghezza del suono

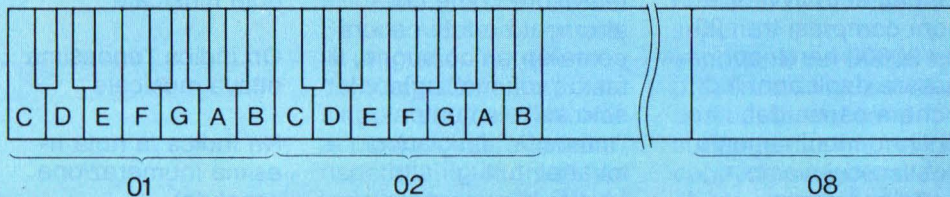
Pausa
Rn indica la lunghezza della pausa (assenza di suono)

Tempo
Tn indica il tempo di musica.

Le note musicali

c, d, e, f, g, a, b indicano secondo la notazione musicale americana rispettivamente le note do, re, mi, fa, sol, la, si. Specificando PLAY "cdefgab", si ottiene una scala del tipo do re mi fa sol la si. I caratteri alfabetici possono essere maiuscoli o minuscoli.
I semitoni musicali vengono specificati facendo seguire la lettera dei caratteri # o + (diesis), o — (bemolle).

On indica l'ottava della nota, dove n varia da 1 a 8. In assenza di questa indicazione, viene assunta la quarta ottava (n=4).

Le lettere da A a G indicano la nota nell'ottava.
La notazione Nn permette di usare numerazione assoluta dell'intera tastiera musicale.
La corrispondenza viene così stabilita:
Il DO della quarta ottava corrisponde a N36

Lunghezza (durata) del suono

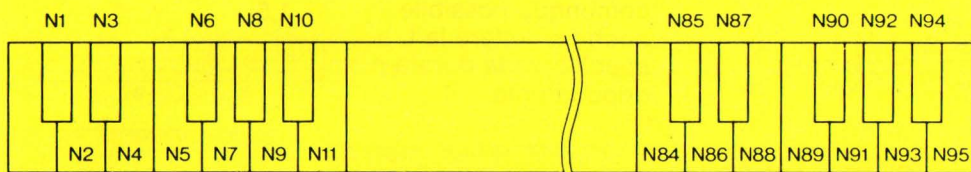
Ln specifica la durata di una nota, dove n è un intero compreso fra 1 e 64.

1 indica una durata di 4/4 musicali (semibreve)

2 indica una durata di 2/4 musicali (minima)

4 indica una durata di 1/4 pari alla durata di una semiminima

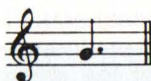
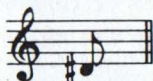
8 indica una durata di 1/8 pari quindi ad una croma così fino a

64 che indica la durata di 1/64 cioè semibiscroma

Come negli spartiti musicali, per indicare una durata pari ad una volta e mezza quella della nota in questione, basta far seguire la lettera che indica la nota da un punto (.).

Vi possono essere anche due o più punti in sequenza.Nel caso per esempio di tre punti successivi, la lunghezza finale è pari a 3,375 la lunghezza originaria (3,375 = 1,5 * 1,5 * 1,5).

𝅝	(semibreve)	= L1	𝅗𝅥.	(minima)	= L2
♩	(semiminimo)	= L4	♪	(croma)	= L8
𝅘𝅥𝅯	(semicroma)	= L16	𝅘𝅥𝅰	(biscroma)	= L32
𝅘𝅥𝅱	(semibiscroma)	= L64			

Note

Le note sono indicate dalla loro sigla e dalla lunghezza del suono.

PLAY "L 4 O 4 G." equivale a PLAY "L 4 N 4 3."

PLAY "L 8 O 4 D +" equivale a PLAY "L 8 N 3 9"

In questo caso, occorre specificare innanzitutto il parametro L. Sarebbe comunque possibile anche omettere la L e specificare la durata n dopo la nota.

PLAY "L4 O 4G." = equivale a PLAY "O4 G4."

Ogni carattere da A a G (o Nn nota assoluta) deve essere specificato in corrispondenza ad ogni nota da produrre. La lunghezza o l'ottava possono essere omesse, nel qual caso vengono presi gli ultimi valori specificati per L e O.

Pause

Rn indica una pausa musicale, dove n è un intero fra 1 e 64.
La n indica la durata della pausa; con gli stessi criteri per la durata del suono di una nota.
R1 indica una pausa della durata di 4/4 fino a R64 che indica una pausa della durata di 1/64.
Come per le note, un punto prolunga la durata della pausa di un fattore 1,5.

𝄻 = R1	𝄼 = R2
𝄽 = R4	𝄾 = R8
𝄿 = R16	𝅀 = R32
𝅂 = R64	

Tempo

Tn specifica la velocità della musica, ossia la durata della battuta musicale come fa un metronomo. Il valore di n può variare da 32 a 255. Tn indica in effetti la velocità alla quale eseguire una semibreve (n per minuto).
Il valore assunto in mancanza di indicazioni su questo parametro è 120.

Esecuzione PLAY

Finalmente potete programmare la seguente musica:

```
10 PLAY "T128"
20 PLAY "O4L4CCFGL2AL8FED4. B—B—4"
30 PLAY "B—2AB—O5C2O4FFF4. EF4G2.G2"
40 PLAY "L4CCFGA2L8FED4. B—8B—4"
50 PLAY "B—2L8B—B—A4. GF4E4. FG4F2."
60 END
```

Accordi musicali

Il comando PLAY può anche provvedere alla emissione di accordi musicali. Per generare il seguente accordo, programmate delle specifiche del tipo PLAY "C", "E", "G".

Variabili

Nel macrolinguaggio musicale si possono anche usare delle variabili per contenere i dati con le note da suonare, la durata, le pause ecc.
In questo caso, occorre racchiudere la variabile fra un segno di uguale (=) iniziale ed un punto e virgola (;) finale.
Per esempio, PLAY "N10" può essere programmato anche come

```
X=10
PLAY "N=X;"
```

Il RUN del programma che segue, provoca l'emissione di tutte le possibile note:

```
10 FOR I = 1 TO 96
20 PLAY "N = I;"
30 NEXT I
```

Volume

Nel macrolinguaggio musicale sono anche previsti altri parametri:

Vn specifica il volume del suono
Sn cambia la forma dell'inviluppo
Mn cambia la frequenza dell'inviluppo

(L'inviluppo è trattato nel capitolo FUNZIONI SUONO).

S ed M sono usati in coppia. Inoltre non devono essere usati col parametro V. Eseguendo il successivo programma, il suono della nota DO sarà ascoltato continuamente, ma con variazioni di volume.

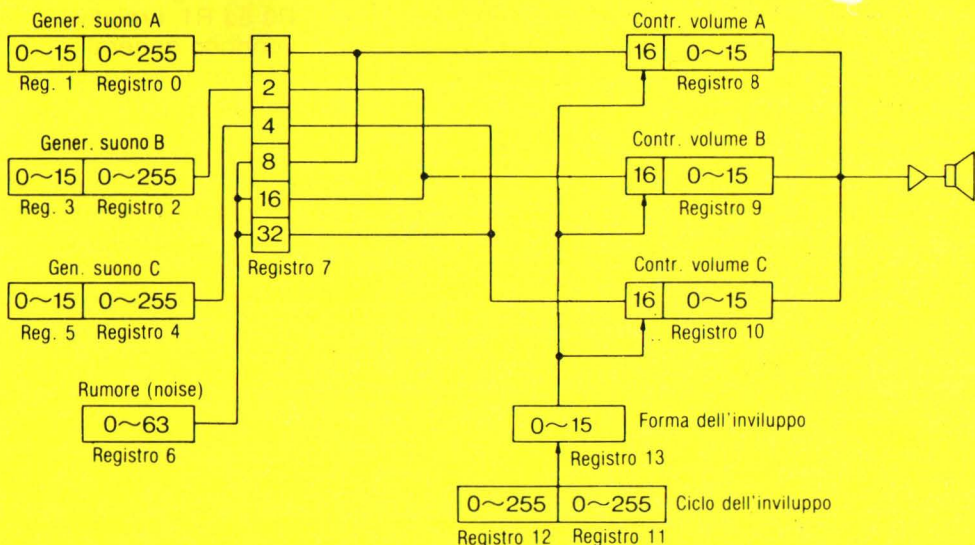
```
10 FOR V=0 TO 15
20 PLAY "V=V; C"
30 NEXT V
```

Specificando un inviluppo con parametri S ed M, il volume del suono viene variato periodicamente.
Eseguendo il successivo programma, il suono della nota DO sarà ascoltato continuamente, ma con variazioni nella frequenza e nella forma dell'inviluppo.

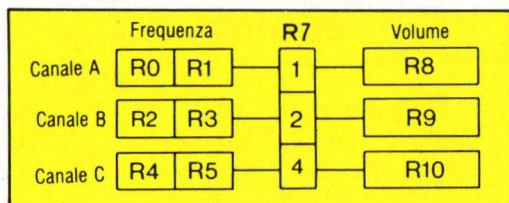
```
10 FOR S=1 TO 15
20 FOR M=500 TO 1500
    STEP 100
30 PLAY "S=S; M=M; C"
40 NEXT M
50 NEXT S
```

Funzioni suono (SOUND)

L'istruzione SOUND genera un suono immettendo degli opportuni dati nei 14 registri del circuito integrato di SOUND.
Il formato dell'istruzione è: SOUND Num. del Registro, Valore.
Le funzioni dei registri del circuito di SOUND sono riepilogate nelle seguenti tabelle:

Registro	Bit	B7	B6	B5	B4	B3	B2	B1	B0
R 0	Canale A			8BIT			Tono FTA		
R 1	Periodo del tono						4BIT CTA		
R 2	Canale B			8BIT			Tono FTB		
R 3	Periodo del tono						4BIT CTB		
R 4	Canale C			8BIT			Tono FTC		
R 5	Periodo del tono						4BIT CTC		
R 6	Periodo del rumore						5BIT NP		
R 7	Abilità			NOISE			TONE		
				C	B	A	C	B	A
R 8	Ampiezza canale A				M	L3	L2	L1	L0
R 9	Ampiezza canale B				M	L3	L2	L1	L0
R10	Ampiezza canale C				M	L3	L2	L1	L0
R11	Periodo dell'inviluppo				8BIT Tono				
R12	Periodo dell'inviluppo				8BIT Tono				
R13	Ciclo/forma inviluppo					E3	E2	E1	E0

Generazione del suono

Poichè il generatore di suono ed il controllore del volume sono separati per ciascuno dei tre canali, essi possono essere pilotati indipendentemente l'uno dall'altro.

	Frequenza		R7	Volume
Canale A	R0	R1	1	R8
Canale B	R2	R3	2	R9
Canale C	R4	R5	4	R10

Ogni canale riceve un input quando il suo bit di pertinenza è messo a 0, e lo ignora quando detto bit è a 1.
Il volume è annullato quando il suo bit è a 0, il volume è al massimo quando il suo bit è impostato a 15.
FT e CT, immessi dando opportuni valori ai registri R0 ed R1 (per il canale A), possono essere calcolati usando le formule seguenti:

$$TP=\frac{fclock}{16\times ft} \qquad CT+\frac{FT}{256}=\frac{TP}{256}$$

dove

fclock 1.78977 MHz
ft: Frequenza di uscita
FT: Valore di FTA (R0)
(da 0 a 255 in decimale)
CT: Valore di CTA (R1)
(da 0 a 15 in decimale)

Eseguendo il successivo programma, possiamo generare attraverso il canale A tutti i tipi di suoni

```
10 SOUND 7, 56
20 FOR I=0 TO 15
30 FOR J=0 TO 255
40 SOUND 0, I : SOUND 1, J
50 FOR K=1 TO 15
60 SOUND 8, K
70 NEXT K
80 NEXT J
90 NEXT I
```

Cambiando nel modo sottoindicato le istruzioni 40 e 60, ed immettendo i dati in registri diversi da R0 ed R1, i relativi suoni vengono generati attraverso i canali B e C rispettivamente.

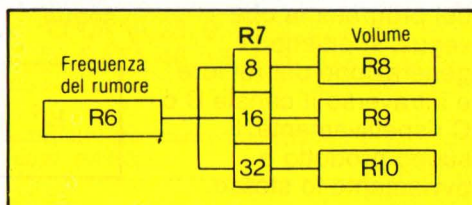
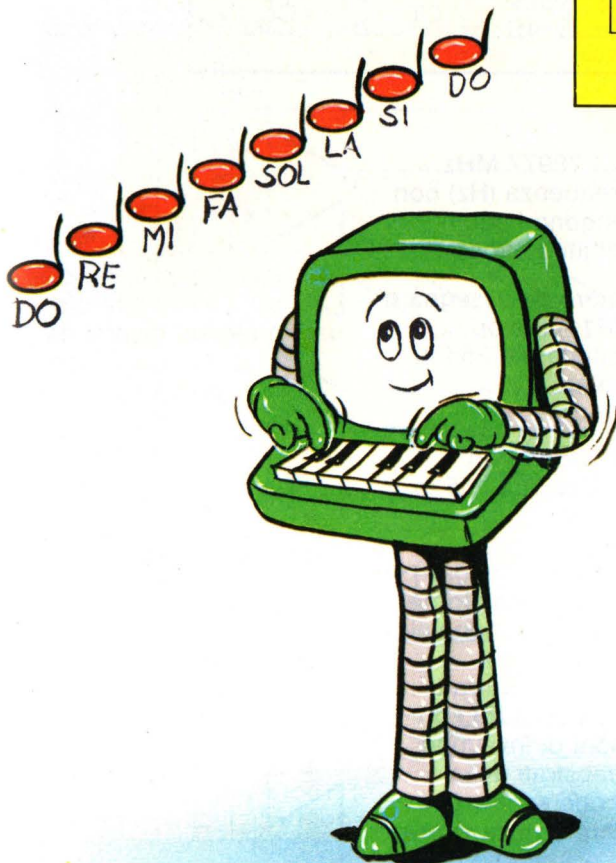
Canale B
```
40 SOUND 2, I :
   SOUND 3, J
60 SOUND 9, K
```

Canale C
```
40 SOUND 4, I :
   SOUND 5, J
60 SOUND 10, K
```

Eseguendo il successivo programma, i relativi suoni vengono generati contemporaneamente attraverso i canali A, B e C.

```
10 SOUND 0, 0 : SOUND 1, 1
20 SOUND 2, 128 : SOUND 3, 1
30 SOUND 4, 128 : SOUND 5, 0
40 SOUND 8, 6 : SOUND 9, 9 : SOUND 10, 12
50 SOUND 7,56
```

Generazione di rumori (NOISE)

Poiché esiste un solo generatore di rumore, questo viene usato generalmente attraverso i canali.

Il valore NP, da immettere nella frequenza di disturbo assegnando un valore al registro R6, può essere calcolato con la seguente espressione:

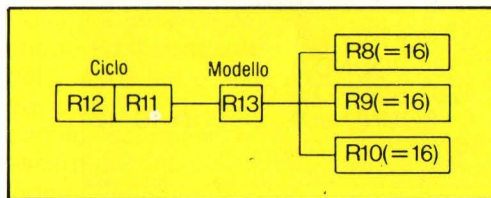
$$NP = \frac{fclock}{16 \times fN}$$

dove

fclock 1.78977 MHz
fN: Frequenza del rumore da emettere (Hz)

NP: Valore assegnato a NP (R6) (da 0 a 31 in decimale)

Anche il programma che segue genera tutti i possibili tipi di rumore attraverso il canale A.

```
10 SOUND 7, 7
20 FOR I=0 TO 31
30 SOUND 6, I
40 FOR J=1 TO 15
50 SOUND 8, J
60 NEXT J
70 NEXT I
```

Cambiando la riga 50 del programma che segue, si ottiene la generazione del rumore e attraverso il canale B o C rispettivamente. Il suono prodotto è ovviamente lo stesso.

50 SOUND 9,J
generato dal canale B

50 SOUND 10,J
generato dal canale C

Rumori e suoni possono essere emessi contemporaneamente.

Generazione di un inviluppo

Ponendo il valore 16 nei registri 8, 9 o 10 viene attivato il modo inviluppo, in cui i volumi sono variati col trascorrere del tempo. Per il momento, poniamo l'inviluppo campione nel registro 13 ed il ciclo di inviluppo nei registri 11 e 12.

Il ciclo di inviluppo può essere calcolato come segue:

$$EP = \frac{fclock}{256fE} \qquad CT + \frac{FT}{256} = \frac{EP}{256}$$

dove

fclock 1.78977 MHz
EP: Frequenza (Hz) con cui vengono i suoni amplificati o attenuati

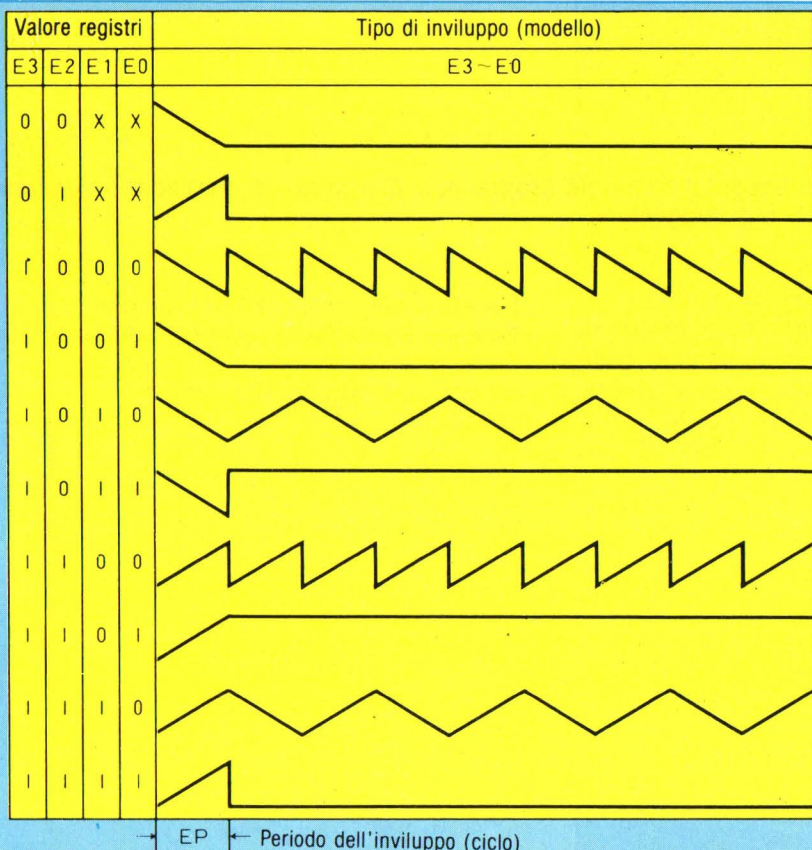
FT: Valore da assegnare a FT (R11) (Valori possibili da 0 a 255 in decimale)

CT: Valore da assegnare a CT (R12) (Valori possibili da 0 a 255 in decimale)

L'inviluppo campione viene impospostato nel registro 13 usando valori da E0 a E3. La corrispondenza fra i valori da E0 a E3 ed i campioni di inviluppo sono mostrati nella figura che segue. (Il carattere X nella figura significa che può avere un valore di 0 oppure 1).

Emissione del generatore di inviluppo

Il programma che segue serve a generare un suono esplosivo, come quello prodotto da un elicottero, usando il registro 8.

```
10 FOR I=0 TO 13
20 READ A : SOUND I, A
30 NEXT
40 DATA 20, 0, 30, 0, 0, 9, 0
50 DATA 48, 16, 4, 6, 100, 2, 12
```

VIDEOESERCIZI

Col prossimo programma puoi impostare e provare gli effetti sonori più disparati. Non ti resta che agire per caso o per fantasia sulle sue variabili.

```
10 INPUT K, L, M
20 SOUND 0,250 : SOUND 1, 0
30 SOUND 6, K : SOUND 7, L : SOUND 13, M
40 FOR J=15 TO 0 STEP —0.05
50 SOUND 8, J
60 NEXT J
```

Carica ed esegui il seguente programma. Cerca poi di modificarlo per renderlo più realistico o suggestivo.

```
10 SOUND  6,15                    Seleziona la frequenza del rumore
20 SOUND  7,&B 10000111           Seleziona i canali A,B,C per l'uscita del rumore
30 SOUND  8,&B 00010000           Seleziona il volume del canale A
40 SOUND  9,&B 00010000           Seleziona il volume del canale B
50 SOUND 10,&B 00010000           Seleziona il volume del canale C
60 SOUND 11,0:SOUND 12,16         Specifica il tempo del periodo
70 SOUND 13,0                     Seleziona la forma d'onda
```

SPARO DI UN ARMA DA FUOCO